

NOTULE HYDRAULIQUE
HYDRAULIC BRIEFS

Mesure des pertes de charge en eau claire dans des conduites de remblayage hydraulique

Measurement of head losses occurring in clear water in hydraulic filling pipes

Mesure industrielle des pertes de charge sur deux conduites de grand diamètre (580 mm et 700 mm) pour des nombres de Reynolds compris entre 10^6 et 10^7 . Les résultats semblent montrer que, pour des nombres de Reynolds compris entre 10^5 et 10^6 , l'équation de Blasius représenterait mieux l'écoulement « parfaitement lisse » que l'équation de Nikuradse.

Industrial measurement of head losses on two large diameter pipes (580 mm and 700 mm) for Reynolds numbers between 10^6 and 10^7 . The results seem to show that, for Reynolds numbers between 10^5 and 10^6 , the Blasius equation would give a better reproduction of the smooth boundary turbulent flow, as compared to the Nikuradse equation.

On manque généralement de données précises sur la valeur des pertes de charge en eau claire pour les conduites industrielles de grand diamètre. En particulier pour les nombres de Reynolds supérieurs à 10^6 , la valeur des pertes de charge correspondant au régime dit « parfaitement lisse » est mal connue. On admet généralement que l'équation de BLASIUS :

$$\lambda = \frac{0,316}{R^{0,25}} \quad (1)$$

est valable pour les nombres de Reynolds inférieurs à 10^5 .

Pour des nombres de Reynolds plus importants, on considère d'ordinaire l'équation de NIKURADSE :

$$\lambda = 0,0032 + \frac{0,2221}{R^{0,237}} \quad (2)$$

L'écart entre les valeurs de λ données par ces deux équations augmente rapidement lorsque le nombre de Reynolds dépasse 10^6 .

Par exemple, pour un nombre de Reynolds de 10^6 , $100\lambda = 0,01$ pour l'équation de BLASIUS et vaut 0,0116 pour l'équation de NIKURADSE. Pour un nombre de Reynolds de 10^7 , $100\lambda = 0,0056$ pour l'équation de BLASIUS et vaut 0,0081 pour l'équation de NIKURADSE.

Des essais effectués en Amérique sur des conduites et des galeries en charge de grand diamètre ont déjà montré que le parfaitement lisse semblait se rapprocher davantage, pour les grands nombres de Reynolds, de l'équation de BLASIUS que de celle de NIKURADSE.

Il nous a semblé intéressant de présenter ici des résultats de mesures effectuées à Donges (Loire-Inférieure) en juillet 1953 sur des conduites de remblayage hydraulique de grand diamètre.

tre (580 à 700 mm) (Drague Paul TARTRAT et refouleur normalisé des Ponts et Chaussées).

Ces mesures s'intégraient dans l'ensemble de l'étude des conditions de refoulement en conduites que nous avons exécutée pour le Service Maritime des Ponts et Chaussées de la Loire-In-

férieure. Il s'agissait de déterminer la valeur des pertes de charge en eau claire dans les conduites de remblayage pour permettre le calcul des pertes de charge avec transport de sable.

Le débit était mesuré par l'intermédiaire d'un débitmètre à contraction déjà décrit dans cette revue (janvier-février 1953, p. 58, fig. 1). Ce débitmètre a été étalonné en laboratoire avec une bonne précision. Une vérification de l'appareil a pu être effectuée sur place par recoupement avec les débitmètres type Venturi placés à bord des dragues.

Les pertes de charge ont été mesurées sur des alignements droits de conduites dont les longueurs étaient comprises entre 48,25 et 77 m.

Les prises de pression étaient placées latéralement dans le plan de symétrie horizontal de la conduite, de façon à éviter à la fois l'introduction de bulles d'air dans le circuit de mesure et l'obstruction éventuelle des prises par des grains de sable. Le diamètre des trous de prises de pression était de 2 mm.

Les conduites étudiées étaient en service depuis plusieurs années. L'intérieur des conduites était piqué par la rouille par endroits pour la conduite de 580 mm, sauf au voisinage de la génératrice inférieure où le passage du sable polit

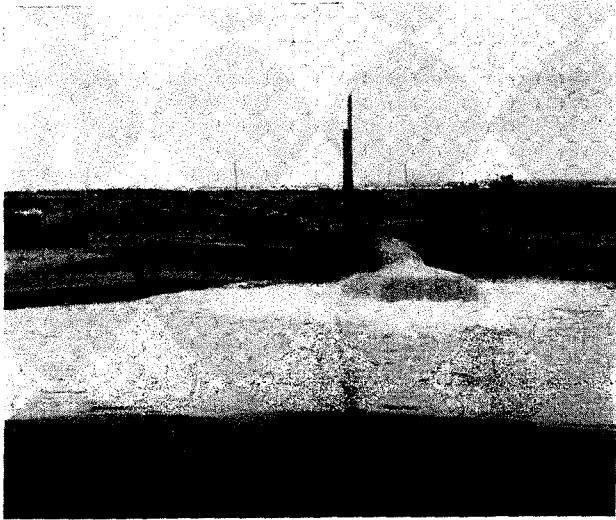


FIG. 1 A.
L'ENSEMBLE DE L'INSTALLATION.

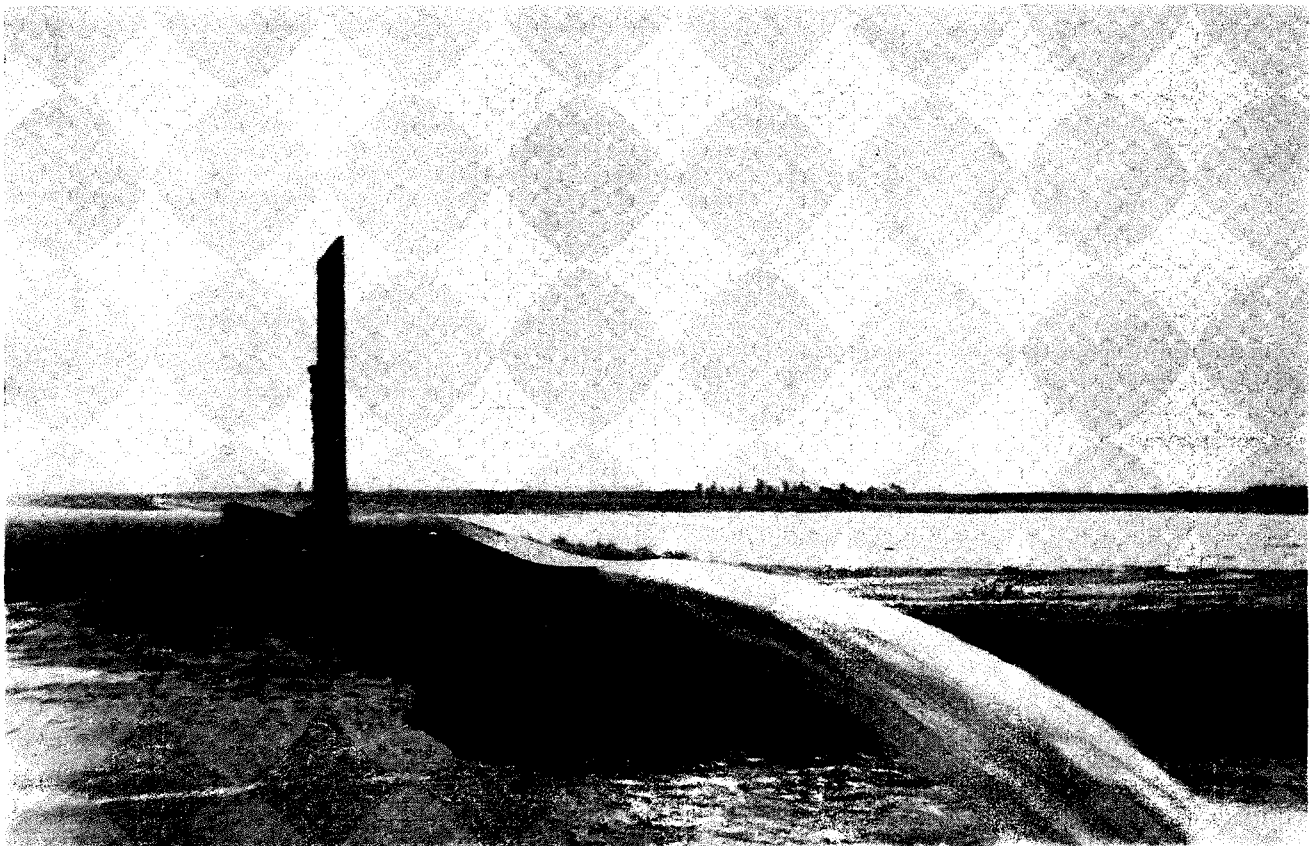


FIG. 1 B.
LE DÉBITMÈTRE.

parfaitement la paroi. Les conduites étaient constituées d'éléments distincts réunis par des joints distants d'environ 6 à 8,5 m.

Les résultats des mesures sont donnés par les

figures 2 et 3. Les valeurs de la perte de charge J pour 100 m de conduite sont données en fonction du débit en coordonnées logarithmiques. La dispersion des points est acceptable et il est pos-

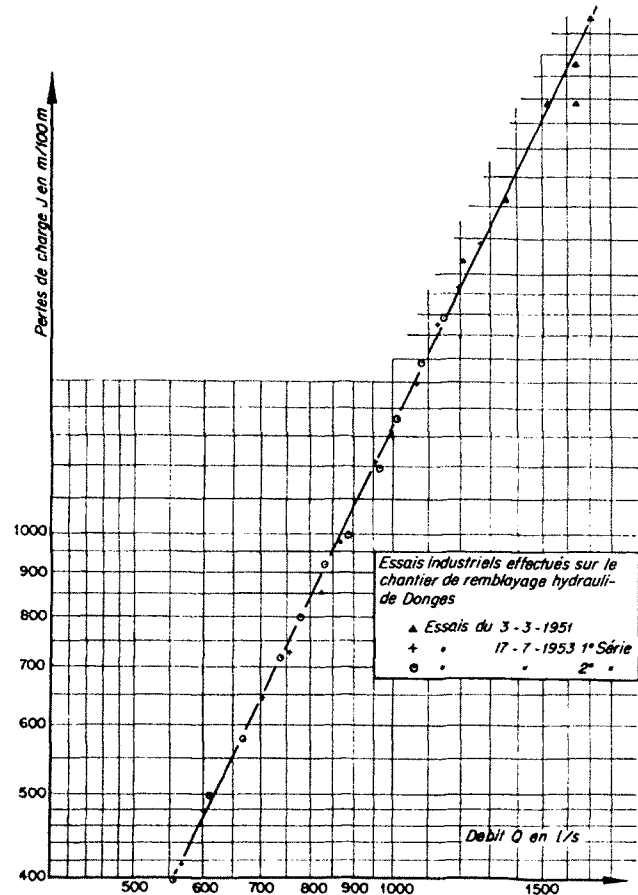


FIG. 2.
TRANSPORT DE SABLE EN CONDUITE ϕ 580 mm.
Pertes de charge en eau claire.

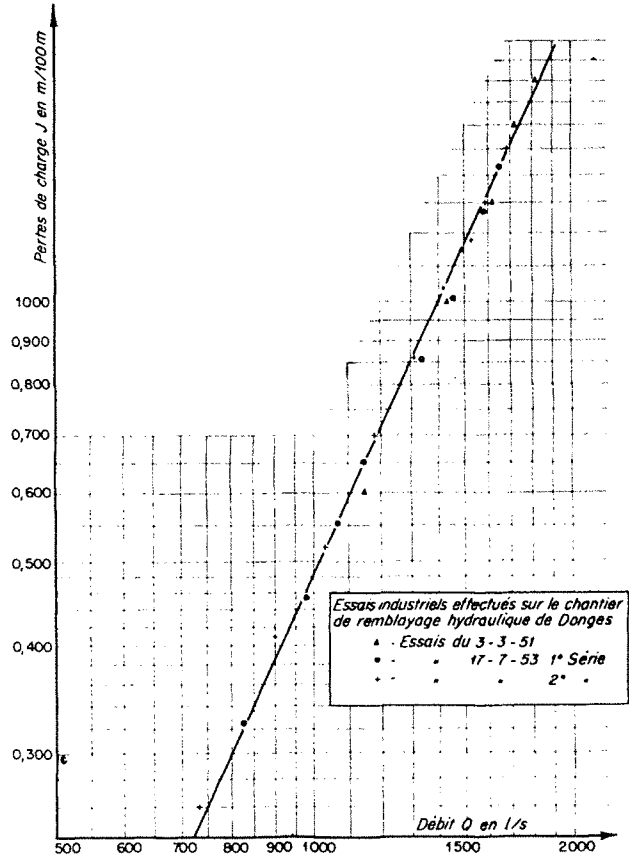


FIG. 3.
TRANSPORT DE SABLE EN CONDUITE ϕ 700 mm.
Pertes de charge en eau claire.

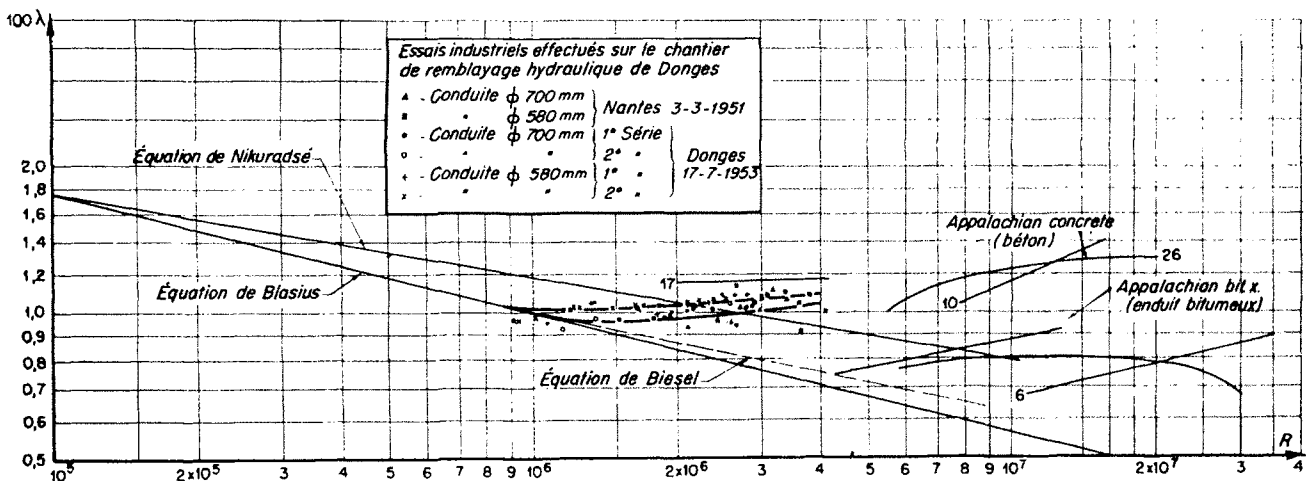


FIG. 4. --- ESSAIS DE DONGES.

Variation du coefficient λ en fonction du nombre de Reynolds. (Les résultats d'essais américains sont extraits de la fig. 1, p. 594 de la Houille Blanche, août-septembre 1953, elle-même extraite de la fig. 19, p. 1067, Vol. 113, A.S.C.E., 1943. - - Pour l'équation de Biesel, cf. la Houille Blanche, n° A, 1954, p. 255.)

sible pour chacun des graphiques de définir une droite moyenne dont la pente est un peu supérieure à 2.

Sur la figure 4, nous avons porté les valeurs de 100λ en fonction du nombre de Reynolds également en coordonnées logarithmiques.

Nos points d'essais permettent de définir deux courbes moyennes pour les deux conduites étudiées. Ces deux courbes sont d'ailleurs très voisines. Elles semblent se raccorder à la courbe de BLASIUS et recourent ensuite nettement la courbe de NIKURADSE.

Sur la figure, nous avons également reporté une partie des résultats publiés par BRADLEY et WING dans la discussion de l'article de HICKOX, PETERKA et ELDER paru dans les Transactions of ASCE en 1948. Nos courbes s'harmonisent bien avec ces résultats.

Ceci tendrait à prouver que pour les grands nombres de Reynolds compris entre 10^5 et 10^6 , l'équation de BLASIUS représenterait mieux les régimes d'écoulement en « parfaitement lisse » que l'équation de NIKURADSE. C'était déjà la conclusion de M. BLENCH dans l'article qu'il avait publié dans le numéro d'août et septembre 1952 de cette revue.

Remarquons encore que dans un calcul récemment présenté à la Société Hydrotechnique de France, M. BIESEL est également conduit pour

le parfaitement lisse à une courbe très voisine de celle de BLASIUS pour les nombres de Reynolds compris entre 10^5 et 10^7 (*).

Pour conclure, nous rappellerons que l'objectif de nos essais n'était pas d'obtenir des résultats à caractère scientifique, mais de disposer d'une référence pratique pour le calcul des pertes de charge en mixture pour les dragues refouleuses de Nantes. On ne saurait donc attribuer à ces résultats la rigueur scientifique que l'on est en droit d'attendre des essais de laboratoire. Cependant, comme il est très difficile d'obtenir en laboratoire des nombres de Reynolds supérieurs au million, nous avons pensé que ces essais, évidemment criticables comme tous les essais industriels, pouvaient présenter quelque intérêt comme contribution à l'étude du difficile problème des pertes de charge en conduite.

Qu'il nous soit permis enfin de remercier ici M. BALLADE, ingénieur des Ponts et Chaussées, qui a organisé ces essais et nous a autorisés à en publier les résultats.

R. DURAND et E. CONDOLIOS
Ingénieurs
au Laboratoire Dauphinois d'Hydraulique

(*) Cette communication a été publiée dans le précédent numéro de *la Houille Blanche* (A, 1954, p. 255).

